

# Системы для выращивания овощной продукции в искусственных условиях: мировой и российский опыт

М. Еловая<sup>1</sup>, А. Григорьева, к. э. н.<sup>2</sup>

УДК 631.2:65.011.56 | ВАК 05.27.00

В современном мире спрос на высококачественную, экологически чистую сельскохозяйственную продукцию растет с каждым годом. В России набирает популярность технология выращивания овощей при искусственно созданных условиях методом гидропоники, которая достаточно давно используется за рубежом. В статье представлен обзор мировых и российских производителей установок по выращиванию листовой и плодоовощной продукции в искусственных условиях, а также приведена оценка данного сегмента рынка.

**П**роблема обеспечения населения России качественными продуктами питания, в том числе растительного происхождения, весьма актуальна. Предстоит решить ряд задач в области агропромышленного комплекса с привлечением научного потенциала профильных научно-исследовательских учреждений.

В 2013–2015 годах среднегодовой темп прироста производства в сельском хозяйстве составил около 4%, в 2016-м объем сельскохозяйственного производства увеличился на 4,8%. Валовой сбор овощей составил 16,3 млн т, что на 0,9% выше показателей 2015 года и на 6,2% – среднегодового производства за предыдущие пять лет. Валовое производство овощей защищенного грунта составило 756 тыс. т (на 3,7% больше, чем в 2015 году) [1].

Тем не менее, отечественные сельскохозяйственные предприятия обеспечивают лишь около 20–30% требуемого рынком объема. Особенно затруднительно естественное выращивание овощных культур в районах с суровыми климатическими условиями. Многие сельскохозяйственные комплексы и теплицы устарели, инвестиции в строительство новых достаточно велики – порядка 125–250 млн руб. за гектар теплицы, а средний срок окупаемости около пяти лет [2]. Альтернативным вариантом увеличения объемов отечественной овощной продукции и повышения ее качества становится выращивание овощей в искусственно созданных условиях.

Первые заводы с использованием искусственного и комбинированного освещения при выращивании растений появились в Дании в 1957 году (Christensen Farms). Впоследствии попытки создания подобных заводов предпринимались в Австрии, США, Швеции, Нидерландах.

Сегодня наибольшую долю мирового рынка гидропонных овощных фабрик с искусственным освещением занимает Азия – примерно 50% (рис. 1) [3].

В Японии заводы для выращивания овощей в закрытых системах с искусственным освещением были предложены, разработаны и внедрены в 1980-х годах. Первое экспериментальное производство салата и перца при полностью искусственном освещении в Японии было реализовано в 1974 году на заводе компании Hitachi. Первые ростки редиса, выращенного в искусственных условиях, получили на заводе Kaiyou Vokujou в 1980 году, салата – на заводе Miura Farm в 1983-м. В 1990-х годах продукты, выращенные в закрытых системах, высоко оценили специалисты сельского хозяйства и общественного питания. В 2000-х годах в Японии запустили промышленное производство саженцев фруктов и овощей на заводах. К концу 2000-х подобные заводы начали внедряться по всему миру, особенно в странах Азии. По состоянию на 2012 год, в Японии 127 заводов выращивали растения в закрытых условиях [4]. В феврале 2016 года, по данным японской ассоциации садоводческого хозяйства, насчитывалось уже 191 предприятие. Технологиями выращивания растений

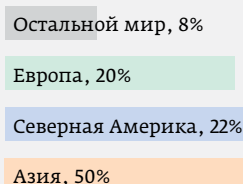


Рис. 1. География глобального рынка вертикальных ферм

<sup>1</sup> ОАО «Авангард», ведущий маркетолог, mv\_elovaya@avangard.org.

<sup>2</sup> ОАО «Авангард», начальник центра маркетинга, рекламы и ВЭД, as\_grigoryeva@avangard.org.

в искусственных условиях занимаются университеты Синсю, Тиба, Осаки, Токийский университет сельского хозяйства и технологий, Университет Мэйдзи, на базе которых созданы научно-исследовательские центры [5, 6].

Один из лидеров данного рынка в Японии – компания SPREAD [7], активно развивающая партнерские отношения, цель которых – строительство 20 заводов производственной мощностью в 500 тыс. шт. салата-латука в день.

Несколько примеров японских фабрик овощей приведены в табл. 1 [7–9].

Высокие темпы развития демонстрирует и бельгийская компания Urban Crop Solutions, которая начала свои разработки в 2007 году и уже в 2015-м ввела в эксплуатацию собственные фабрики по выращиванию овощей. География сотрудничества компании с партнерами охватывает Францию, Вьетнам, Испанию, США, Японию, а с 2017 года устанавливаются контакты с Россией, Казахстаном и Беларусью. Среди продуктов компании – PlantFactory, FarmPro Container и FarmFlex Container (табл. 2) [10].

Выращиванием овощей в искусственных условиях занялись и компании-производители электроники – Panasonic, Toshiba и Fujitsu, чтобы проверить возможность использования своих технологий для решения глобальных проблем обеспечения населения овощами [11].

Наряду с промышленными разработками развиваются и миниатюрные бытовые. Например, израильская компания Seedolab предложила устройство Seedo (рис. 2)



Рис. 2. Автоматизированное устройство Seedo для выращивания растений методом гидропоники

[12] – полностью автоматизированную систему для выращивания растений на основе гидропоники. Устройство оснащено автоматическим контролем тепла и влажности, системой автонастройки мощности освещения, контролем CO<sub>2</sub> и минеральных веществ, интеллектуальной системой сушки после сбора урожая, а также камерой. Помимо этого, устройство снабжено приложением, которое устанавливается на смартфон и позволяет удаленно контролировать состояние растений. С помощью Seedo можно выращивать салат, сельдерей, перец, цукини, баклажаны, помидоры, лук, зелень, цветы, а также размножить различные виды растений путем черенкования [12].

Таблица 1. Японские фабрики овощей

Параметр	Университет Осаки	SPREAD Kameoka Plant	Nagahama factory
Стеллажность	15 ступеней, 12 рядов	14 линий × 12 ярусов; 14 линий × 16 ярусов	6 ярусов
Автоматизация перемещения	Да	Нет	Нет
Питание растений	Гидропоника		
Источник освещения	Светодиоды или люминесцентные лампы	Искусственное освещение	Искусственное освещение
Передача данных на ПК	В реальном времени	Да	Да
Камеры наблюдения	Да	Нет	Да
Размер комплекса, м <sup>2</sup>	Здание ~1 000	Здание 2 868,22; участок 4 780,34	Участок 264; насаждения 182
Выращиваемая продукция	Листовой салат		
Производственная мощность, растений в сутки	5 000	21 000	400
Контролируемые параметры	Освещение, температура, влажность, питательное вещество, CO <sub>2</sub>		

Подобная разработка представлена и компанией Cloudponics. Компактная система Cloudponics GroBox высотой 170 см, шириной и глубиной 70 см позволяет выращивать шесть растений одновременно. GroBox оснащена датчиками тепла, света и влажности, системами автоматического полива и контроля питательных веществ, режимом сушки, вентилятором и угольным фильтром для нейтрализации запахов, а также приложением для удаленного контроля за ростом растений через смартфон и встроенной камерой (рис. 3) [13].

В России технология выращивания овощей в искусственных условиях еще не так популярна, но этот рынок развивается. Комнатные установки, подобные описанным выше, предлагает российско-европейская компания Fibonassi [14], ее продукция заявлена как совместная разработка итальянских и российских агрономов (производство находится в России). Модельный ряд компании представлен шестью базовыми моделями шкафов на 4–24 посадочных места (табл. 3), а также миниатюрной домашней фермой Fibonassi Home на 84 посадочные ячейки размерами 0,5×0,52×0,84 м и стоимостью 37500 руб. (рис. 4) [14].

Российская компания Grow Plants Company оказывает услуги по созданию и установке так называемых быстровозводимых ЭКО-ферм – вегетационных гидропонных автоматизированных комплексов из сэндвич-панелей [15]. Аналогичный продукт предлагает компания «СитиФермер» [16], также в настоящее время ОАО «Авангард» совместно с ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» разрабатывают мобильный фитотехкомплекс (ФТК) с вегетационным оборудованием и ресурсосберегающими технологиями для круглогодичного получения качественной растительной продукции в условиях Арктики и в зонах экологического риска. Характеристики отечественных разработок приведены в табл. 4.

Разрабатываемый фитотехкомплекс обеспечивает круглогодичное интенсивное выращивание



Рис. 3. Система по выращиванию растений в домашних условиях Cloudponics GroBox

листочечных и листовых овощных культур (листовые сельдерей и петрушка, укроп, салат, кресс-салат, борago, амарант, базилик и др.), а также редиса и плодовых овощных культур (томат, огурец, перец и др.). Этим устройство отличается от аналогов, предназначенных только для выращивания зелени, что делает его универсальным и более конкурентоспособным [17].

ФТК представляет собой модульную конструкцию, состоящую из типовых контейнеров (от одного до требуемого количества в зависимости от численности потребителей продукции), специально подготовленных к климатическим условиям окружающей природной среды. ФТК включает в себя технологический модуль, предназначенный для размещения оборудования и хранения расходных материалов, и вегетационное помещение для культивирования растений. В помещении установлены четыре вегетационно-облучательных модуля (ВОМ), в которых используются методы формирования световой и корнеобитаемой среды. ВОМ для выращивания листовочечной и плодовоовощной продукции различаются.

Каждый ВОМ снабжен в верхней части (над лотками) коллектором, подающим питательный раствор,

Таблица 2. Продуктовая линейка бельгийской компании Urban Crop Solutions

Параметр	PlantFactory	FarmPro Container	FarmFlex Container
Размер, м <sup>2</sup>	До 130 000	До 80	До 50
Число уровней	До 24	До 4	До 4
Интенсивность роста, растений в год	В зависимости от размеров	От 24 000 до 54 000	От 14 400 до 28 800
Энергопотребление, кВт·ч в год	В зависимости от размеров	52 000	52 000
Потребление воды, м <sup>3</sup> в год	В зависимости от размеров	110	35





Рис. 4. Установки по выращиванию овощей Fibonacci

а в нижней части (под лотками) – отводящим коллектором. Питательный раствор в лотки с растениями подается с помощью насоса из резервуара. Обеспечивается циркуляция раствора питательным насосом с его очисткой в фильтрах.

Световая среда представлена светодиодными светильниками с оптимизированным спектральным составом для выращивания овощных культур и возможностью регулирования светового потока. Максимальная потребляемая электрическая мощность составляет 0,5 кВт/м<sup>2</sup>, что обеспечивает необходимый уровень облученности посева. Температура (20–22 °С днем, 16–18 °С ночью) и влажность воздуха (60–75%) в вегетационном помещении поддерживаются климатологической установкой. Предусмотрено периодическое (три-четыре раза в сутки) проветривание помещения. Установленная мощность электроприемников комплекса составляет 36 кВт.

Программно-технический комплекс обеспечивает работу ФТК в автоматическом и ручном режимах, а также прием и обработку сигналов пожарной и охранной систем, сигнализацию превышения установленных параметров функционирования, защиту электродвигателей.

Окупаемость фитотехкомплекса, согласно расчетам, составит до 36 мес.

Таблица 3. Модельный ряд домашних ферм Fibonacci

Модель	Число посадочных мест	Размеры, м	Урожайность в год			Стоимость, руб.
			Ягоды, кг	Томаты, кг	Салат, шт.	
Fibonacci AG-4	4	1,13×0,52×0,54	12	14	94	145 000
Fibonacci AG-8	8	1,13×0,92×0,54	24	28	192	170 000
Fibonacci AG-12	12	2,03×0,52×0,54	36	42	288	250 000
Fibonacci AG-16	16	1,58×0,92×0,54	48	56	384	290 000
Fibonacci AG-24	24	2,03×0,92×0,54	72	84	576	430 000

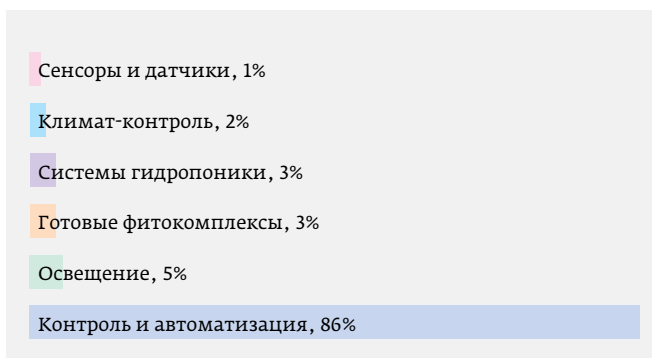


Рис. 5. Потенциальная емкость мирового рынка элементов фабрик по выращиванию овощей

По данным исследования компании Wintergreen Research, рынок фабрик по выращиванию овощей в искусственных условиях достигнет общей оценочной стоимости 1,97 млрд долл. США к 2020 году [18, 19]. Объем российского рынка к этому времени прогнозируется до 4,4 млрд руб., что говорит о целесообразности инвестиционных вложений в данные технологии.

Структура рынка по элементам фабрик по выращиванию овощей приведена на рис. 5 [3, 20].

Значительно меняется структура спроса на виды исполнений фабрик по выращиванию овощей. Например, еще в 2014 году на контейнерные фабрики приходилось не более 35% мирового рынка, а сегодня эта цифра стремится к 60% (рис. 6) [21].

Овощные культуры, выращенные в контролируемой среде, – более безопасны с экологической точки зрения, не подвергаются воздействию вредителей и болезней и, как следствие, не требуют огромного количества гербицидов и пестицидов, как в традиционном сельском хозяйстве. Согласно отчету Wintergreen Research, фабрики по выращиванию овощей обеспечивают в два-четыре раза более быстрый рост, чем в открытом грунте, а урожайность растений увеличивается в десять-двадцать раз [19].

Недвижимые постройки, 42%

Контейнерное/мобильное исполнение, 58%

**Рис. 6.** Структура спроса на исполнение фабрик по выращиванию овощей

Таким образом, по мере развития технологий появляются новые возможности выращивания овощей в защищенном грунте, связанные с созданием автоматизированных комплексов по интенсивному производству свежей растительной продукции. Исходя из текущих потребностей рынка в подобных комплексах должны использоваться системы энергоэкономичных вегетационно-облучательных светоустановок различных модификаций, наукоемкие ресурсосберегающие агротехнологии выращивания растений, микроклиматическое оборудование, обеспечивающее необходимые режимы температуры, влажности и вентиляции [22].

Отечественные разработки по техническим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, есть перспективы выхода на международный рынок. Несмотря на более высокие затраты электроэнергии на единицу производимой продукции по сравнению с тепличными комплексами, высокое качество производимого товара должно обеспечить контейнерам по выращиванию овощей высокую конкурентоспособность на рынке. Однако актуальным вопросом остается необходимость снижения себестоимости готовой продукции посредством уменьшения энергозатрат.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правительство России. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). Факты и цифры. [http://government.ru/dep\\_news/](http://government.ru/dep_news/)
2. **Шеромова А.** Настоящими помидорами запахло. Санкт-Петербургские ведомости. [http://spbvedomosti.ru/news/obshchestvo/nastoyashchimi\\_pomidorami\\_zapakhlo/](http://spbvedomosti.ru/news/obshchestvo/nastoyashchimi_pomidorami_zapakhlo/)
3. Vertical Farming Market Analysis By Structure (Shipping Container, Building-Based), By Offering (Lighting, Hydroponic Components, Climate Control), By Growing Mechanism (Aeroponics, Hydroponics), & Segment Forecasts, 2018–2025: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vertical-farming-market/>
4. **Shinichi Kurihara, Takashi Ishida, Mariko Suzuki, Atsushi Maruyama.** Consumer Evaluation of Plant Factory Produced Vegetables. An Attitude Survey of Housewives in Japan's Tokatsu Region: [https://www.academia.edu/27852817/Consumer\\_Evaluation\\_of\\_Plant\\_Factory\\_Produced\\_Vegetables\\_An\\_Attitude\\_Survey\\_of\\_Housewives\\_in\\_Japans\\_Tokatsu\\_Region](https://www.academia.edu/27852817/Consumer_Evaluation_of_Plant_Factory_Produced_Vegetables_An_Attitude_Survey_of_Housewives_in_Japans_Tokatsu_Region)
5. **Bong-Jo Ryu, Youngshik Kim and Soonbae Chung.** Plant Production System Based on Heliostats and LEDs Using Automatic Sliding Cultivation Shelves: [http://www.sersc.org/journals/IJSH/vol10\\_no3\\_2016/7.pdf](http://www.sersc.org/journals/IJSH/vol10_no3_2016/7.pdf)
6. Ministry of Economy, Trade and Industry. Plant Factory: [http://www.meti.go.jp/english/policy/sme\\_chiiki/plantfactory/exam/granpa.html/](http://www.meti.go.jp/english/policy/sme_chiiki/plantfactory/exam/granpa.html/)
7. Технология производства Kameoka Plant: [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?act=url&depth=1&hl=ru&ie=UTF8&prev=t&rurl=translate.google.com&sl=en&sp=nmt4&tl=ru&u=http://spread.co.jp/en/technology/&usg=ALkJrhF0TQBebvcbwmCrDmKVUGKTYFXJQ](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?act=url&depth=1&hl=ru&ie=UTF8&prev=t&rurl=translate.google.com&sl=en&sp=nmt4&tl=ru&u=http://spread.co.jp/en/technology/&usg=ALkJrhF0TQBebvcbwmCrDmKVUGKTYFXJQ)
8. R&D Center for the Plant Factory. Osaka Prefecture University: [https://www.plant-factory.osakafu-u.ac.jp/center/center\\_outline/](https://www.plant-factory.osakafu-u.ac.jp/center/center_outline/)
9. Nihon Advanced Agri Corporation. Our compact system enables you to conduct full-scale experiments on cultivation and on liquid fertilizers. We can also offer a system for mass production: <http://www.adv-agri.co.jp/english/system/index.html>

Таблица 4. Технические характеристики российских фабрик овощей

Параметр	ОАО «Авангард»	«СитиФермер»	Grow Plants Company
Стеллажность	4 секции, 3 яруса	3–4 яруса стандартного стеллажа	5 ярусов (6-й ярус рассада)
Регулируемость высоты стеллажа	Да	Нет	Регулируется высота ламп
Питание растений	Гидропоника		
Источник освещения	Светодиоды		
Контролируемые параметры	Освещение, температура, влажность, питательное вещество		
Энергопотребление, кВт·ч	15	5	7
Передача данных на ПК	Да	Да	Опционально
Диапазон рабочих темпера- тур, °С	-50...40	Реализуются в помещении, возможно контейнерное исполнение	
Размер комплекса	12,1×6×2,59 м (5 контейнеров)	Стандартный стеллаж 2,2×1×0,6 м, возможно изготовление на заказ	10×1,36×2,65 м от 2 до 8 линий
Выращиваемая продукция	Огурцы, помидоры, зелень	Огурцы, помидоры, зелень, клубника	Зелень, фураж, клубника
Производительность	До 90 кг в месяц	До 240 единиц в месяц со стеллажа	До 125 000 единиц в месяц
Заявленная окупаемость, мес.	До 36	До 12	До 20

- Urban Crop Solutions: <https://urbancropsolutions.com/ru/>
- From chips to salad: the electronics companies making hi-tech lettuce: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/food-blog/2014/oct/23/salad-electronics-companies-indoor-farming>
- Автоматическая система по выращиванию растений в домашних условиях. Seedolab: [https://seedolab.com/#tech\\_specs](https://seedolab.com/#tech_specs)
- Автоматическая система по выращиванию растений в домашних условиях. Cloudponics GroBox: <http://www.cloudponics.com/>
- Fibonacci: <http://fibonacci.farm/>
- Grow Plants Company. Прогрессивные технологии в растениеводстве: <http://growplants36.ru/about/>
- «СитиФермер»: <http://www.green-capital.ru/cityfarm>
- Панова Г. Г., Черноусов И. Н., Удалова О. Р., Александров А. В., Карманов И. В., Аникина Л. М., Судачков В. Л.** Фитотехкомплексы в России: основы создания и перспективы использования для круглогодичного получения качественной растительной продукции в местах проживания и работы населения // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 4. С. 196–203.
- The future of food: plant factory technology: <http://www.powerhousehydroponics.com/future-of-food-plant-factory-technology/>
- Wintergreen Research. Vertical Farming, Plant Factory Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020: [http://www.researchandmarkets.com/research/qpsjqn/vertical\\_farming](http://www.researchandmarkets.com/research/qpsjqn/vertical_farming)
- Vertical Farming Market by Component (Irrigation Component, Lighting, Sensor, Climate Control, Building Material, and Others) and Growth Mechanism (Hydroponics, Aeroponics, and Aquaponics): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017–2023: <https://www.alliedmarketresearch.com/vertical-farming-market>
- Vertical Farming Market Revenue Will Reach \$8 Billion By 2024, Says Esticast Research and Consulting: <https://www.esticastresearch.com/press-release/vertical-farming-market-forecast>
- Якушев В. П.** Новые возможности изучения и управления продуктивностью агроэкосистем. Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Агроэкосистемы в естественных и регулируемых условиях: от теоретической модели к практике прецизионного управления». Санкт-Петербург, 21–23 сентября 2016 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. С. 11–15.